



Il y a plus que ce que vous pensez
dans vos Boîtiers d'épissures

COMMSCOPE®

Sommaire

Introduction	2
Boîtiers d'épissures : tour d'horizon	3
Évolution de l'étanchéité des boîtiers	4
Par gaine thermo rétractable	4
Par joints en caoutchouc	5
Par gel élastomère thermoplastique	5
Par gel silicone	6
Appréhender les enjeux	7
Faire de bon choix en amont est source de gain de temps et d'argent à terme ...	8

On qualifie souvent la connectivité réseau de 4^e service public du 21^e siècle. Toutefois, même dans bon nombre de pays développés, tout le monde n'a pas accès à cette partie essentielle des infrastructures nationales en raison de limitations techniques et/ou financières. Aux États-Unis, par exemple, la pandémie de coronavirus a contraint des millions de citoyens à rester cloîtrés chez eux. D'après les estimations, un écolier sur cinq n'aurait pas été en mesure d'accéder à ses cours et à d'autres ressources scolaires, faute d'avoir à disposition une connexion Internet haut débit.ⁱ

Contrairement aux idées reçues, ce problème n'est pas circonscrit aux habitants des zones urbaines défavorisées et mal desservies. Une étude de 2020 de la National Association of Counties (NACo) a estimé que 65 % des comtés américains bénéficient en moyenne de vitesses de connexion inférieures à la définition du haut débit de la FCC. Si des comtés de toutes tailles rencontrent ces problèmes de connectivité, ces difficultés sont surtout observées dans des comtés de petite et moyenne taille (de 500 000 habitants).ⁱⁱ

L'absence d'accès à des offres haut débit à prix abordable est une préoccupation mondiale. Selon [Internet World Stats](#), 42 % des régions de la planète n'avaient pas encore accès au haut débit à la mi-2019. Les internautes privilégiés qui bénéficient d'un tel accès doivent déboursier en moyenne 56,59 \$ par mois minimum en fonction des frais supplémentaires notamment liés au matériel et à l'installation.^{iv}

La construction des infrastructures requises pour offrir un accès Internet à la plupart des habitants de la planète nécessitera une énorme quantité de fibre optique. Dans le même temps, on assiste à une explosion du nombre de nœuds connectés (petites antennes de téléphonie mobile, capteurs IoT, points d'accès Wi-Fi, etc.) nécessaires pour supporter les nouvelles applications 5G. D'après une analyse de Deloitte Consulting, les États-Unis devraient investir entre 130 et 150 milliards de dollars en infrastructures à fibre optique au cours des cinq à sept prochaines années pour favoriser le développement des offres concurrentes en haut débit, la couverture rurale et la densification du sans fil.^v

L'accent mis sur l'accès Internet des zones non desservies et mal desservies, ainsi que dans l'élaboration d'applications 5G passant par une densification de la fibre, impliquent la mise en œuvre de changements drastiques en termes d'installations extérieures. Les nouvelles topologies comme les architectures d'accès distribuées et les stratégies de dérivation d'un brin à fibre optique (fibres indexées) entraînent une hausse du déploiement et à une diversité des applications.

Les opérateurs réseau doivent ainsi prendre en considération les répercussions sur leurs réseaux de transport et de distribution. En parallèle, on observe un épuisement du vivier de main-d'œuvre de techniciens qualifiés en fibre optique capables de mettre en œuvre ces nouvelles stratégies.

Les débouchés ? Bâtir une nouvelle infrastructure à très haut débit pour l'économie du 21^e siècle, nécessite bien plus qu'aborder la question du « quoi ». Les opérateurs réseau doivent s'attaquer à la question du « comment ».

- Comment déployer davantage d'infrastructures plus rapidement avec plus de fiabilité ?
- Comment s'assurer de leur agilité, ainsi que de leur facilité d'extension et de mise à niveau ?
- Comment faciliter les éventuels travaux de réparation ?

L'une des solutions majeures réside dans un dimensionnement souvent négligée du réseau de distribution et d'accès. Les boîtiers d'épissures de fibre optique et leur système d'étanchéité.

On chiffre entre 130 et 150 milliards \$ les investissements à réaliser au cours des cinq à sept prochaines années

L'investissement en infrastructures de fibre aux États-Unis afin de soutenir comme il se doit le jeu de la concurrence pour le marché du haut débit, la couverture rurale et la densification du sans fil

Analyse DeLoitte Consulting

« Les opérateurs réseau sont confrontés à un enjeu de premier plan suivant : savoir comment passer de millions de points de connexion aux milliards de points de connexion qu'offrent des services 5G totalement déployés. »

ISEmag.com 1^{er} mars 2021

Boîtiers d'épissures : tour d'horizon

Dès lors qu'il convient de regrouper, de ramifier ou de donner accès à de la fibre dans des installations extérieures, on utilise des boîtiers d'épissures fibre pour localiser et protéger les épissures, ainsi que pour gérer les câbles fibre optique. Les réseaux extérieurs FTTX peuvent être globalement segmentés en trois domaines principaux : transport, distribution et accès (trunk, feeder/distribution & drop).

Le réseau de transport constitue l'épine dorsale dans laquelle chaque brin de fibre regroupe le trafic d'une multitude de clients. Par conséquent, la fiabilité est sa principale caractéristique. Les installations dans cette partie du réseau nécessitent un personnel expert et des outils spécialisés pour réaliser toute intervention. Toutefois, après la mise en place du réseau, les techniciens sont rarement amenés à repasser pour procéder à des modifications ou à des travaux de maintenance.

Plus à proximité du client, on trouve le réseau de distribution, ou encore plus proche le réseau d'accès. Comme le réseau s'étend plus loin dans le dernier kilomètre, de meilleures propriétés sont nécessaires comme la facilité d'installation et d'accès ainsi que la flexibilité d'usage. Le réseau d'accès établit la connexion avec les habitations, les bâtiments, les stations de base sans fil ou d'autres nœuds. La vitesse de déploiement y est de la plus haute importance.

À l'exception de la zone de transport (trunk), toutes les zones du réseau d'installations extérieures doivent prendre en charge un nombre considérable de connexions fibre, de points d'accès et de nœuds de flexibilité. C'est ici que les prestataires de services testent et dressent des diagnostics pour leur réseau. Ils y effectuent également des modifications fréquentes afin de pouvoir ajouter de la fibre. Chacun de ces points de jonction sont localisés dans un boîtier de protection d'épissures fibre.

À mesure de la complexification des réseaux, les conceptions de boîtiers de protection d'épissures ont évolué afin de s'adapter à des difficultés et à des exigences spécifiques. Les exigences de base peuvent être regroupées en quatre catégories principales :

- **Fiabilité** : Pouvoir protéger les épissures de l'humidité, de la poussière, des vibrations et d'autres phénomènes
- **Réactivité** : La simplicité d'installation des boîtiers, le niveau de formation et les outils nécessaires pour y parvenir
- **Flexibilité** : La compatibilité des boîtiers avec diverses applications et configurations de fibre
- **Vitesse** : Possibilité d'ajouter ou de modifier rapidement et facilement des fibres dans le boîtier si besoin

Selon la localisation du boîtier sur le réseau, l'une de ces caractéristiques sera prépondérante. Par exemple, plus on s'éloigne du cœur du réseau, moins l'équipe d'installation a besoin d'être spécialisée et plus les boîtiers doivent être simples à mettre en œuvre. C'est pourquoi des solutions équipées de connecteurs standards ou renforcées seront présentes dans les segments d'accès et de distribution du réseau. En règle générale, un mix de solutions à base d'épissures et de connecteurs pré-connectés permet de répondre à la diversité des environnements d'installations extérieures.

Les exigences de base des modèles de boîtiers de protection d'épissures peuvent être regroupées en quatre catégories principales :



FIABILITÉ



RÉACTIVITÉ



FLEXIBILITÉ



VITESSE



Boîtier compact
NOVUX^{MT}

L'évolution de l'étanchéité des boîtiers

Comme la fibre est poussée plus profondément dans le réseau OSP et que les technologies deviennent plus sensibles à la contamination nuisible à la performance, les technologies d'étanchéité utilisées pour protéger les fibres à l'intérieur des boîtiers ont évolué. Jusqu'à très récemment, on ne comptait que trois principaux types d'étanchéité : les gaines thermo rétractables, les joints en caoutchouc et le gel élastomère thermoplastique (TPE).

Il y a peu, l'équipe scientifique de CommScope spécialisée en matériaux a mis au point une 4^e technologie de premier plan : le gel silicone, qui offre de nouvelles propriétés et performances critiques et inédites, comparées aux trois précédentes techniques. Voici donc un aperçu des technologies d'étanchéité aujourd'hui disponibles pour protéger les investissements en fibre des opérateurs réseau.

Gainés thermo rétractables

Élaborée dans les années 1980, la première protection de fibre, le FOSC-100 de CommScope, utilisait une gaine thermo rétractable à double paroi pour protéger les faisceaux de câbles et les connecteurs. Les câbles fibres optiques sont placés dans des ports d'entrée prévus dans les boîtiers et insérés dans des gaines thermo rétractables (HST) gainés d'un adhésif thermofusible. Lorsque la tubulure est chauffée, une extrémité du HST doublé d'adhésif se rétracte sur le diamètre extérieur du port d'entrée du câble, tandis que l'autre se rétracte sur le diamètre extérieur du câble, formant ainsi une étanchéité totale.

Les gaines thermo rétractables présentent une conception basique, mais se révèlent efficaces dans les applications autonomes et sans entretien de type « fit-&-forget » comme les boîtiers en ligne ou les dérivations de réseaux de transport et de distribution. Connus pour leur durabilité à long terme, ils peuvent s'utiliser dans les airs, sous terre ou dans les chambres telecoms. Ils sont également tout indiqués pour les applications impliquant du câblage de câble rigide à gaine épaisse. S'agissant de l'une des technologies d'étanchéité les plus éprouvées, thermorétractable est un procédé familier pour la plupart des installateurs les plus expérimentés.

Parmi, les technologies d'étanchéité de boîtiers, on relève entre autres :

GAINES THERMO RÉTRACTABLE

JOINTS EN CAOUTCHOUC

GEL ÉLASTOMÈRE THERMOPLASTIQUE (TPE)

GEL SILICONE

Produits CommScope utilisant des gaines thermo rétractables



Cette technologie offre également de remarquables performances de torsion, en particulier pour des câbles de plus de 18 mm de diamètre. Bien que le thermorétractable soit l'une des solutions d'étanchéité les plus économiques en terme de composants, elle nécessite des outils spécialisés, le recours à une flamme nue ou un pistolet thermique, ainsi que du temps et une formation approfondie.

Joint Caoutchouc

Peu de temps après la commercialisation de gaine thermo rétractable pour boîtier, certains opérateurs ont commencé à utiliser des joints mécaniques en caoutchouc. Le plus gros avantage des joints mécaniques en caoutchouc est de pouvoir être pré-installé en usine. Ce gain de temps garantit une qualité constante et écarte le recours à des équipements et formations spécialisés.

Cette solution s'appuie sur un système de boulons et de vis pour mettre le caoutchouc en compression. Autre gros avantage des joints en caoutchouc par rapport aux gaines thermo rétractables, ils facilitent toute réintervention dans le boîtier. Le caoutchouc utilisé est en général du caoutchouc acrylonitrile butadiène, plus connu sous le nom de caoutchouc NBR ou nitrile. Les passe-fils en caoutchouc NBR sont en principe adaptés au diamètre extérieur et/ou à la forme du câble à sceller.

Solution relativement peu coûteuse, le joint en caoutchouc permet aux opérateurs de réduire le coût global de déploiement sur le dernier kilomètre. Ceci étant, il offre des capacités de réintervention limitées et ne s'adapte pas aux imperfections de surface des boîtiers ou du câblage, contrairement aux gaines thermo rétractables ou gel d'étanchéité. Cela engendre également une tenue à la torsion limitée pour protéger les épissures en cas de tirage de câble et peut nécessiter de la graisse ou une imperméabilisation secondaire.

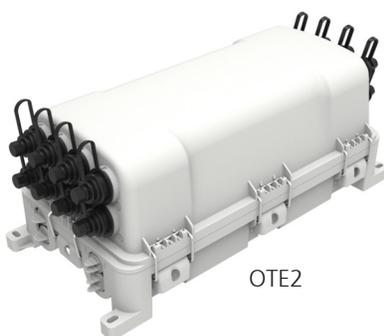
La technologie d'étanchéité en caoutchouc s'utilise toujours dans diverses applications OSP et installations intérieures. En extérieur, c'est une solution idéale pour les installations aériennes et est même très couramment utilisée dans les réseaux de distribution et d'accès. Il offre un bon compromis entre coût et réintervention, ce qui en fait un produit adapté aux applications du dernier kilomètre. Dans les environnements intérieurs où les exigences d'étanchéité sont moins strictes, c'est aussi utilisé pour les raccordements à l'intérieur des bâtiments, comme les boîtes de jonction murales fibre au sein des logements collectifs (MDU) et logements multilocataires (MTU).

Gel TPE

Dans les années 1990, pour lutter contre certains problèmes liés aux joints mécaniques en caoutchouc, CommScope et d'autres équipementiers ont commercialisé des gels d'étanchéité TPE. S'agissant d'une solution plus élaborée, les gels d'étanchéité TPE emploient des composés exclusifs qui comportent en général un polymère de caoutchouc affiné à l'huile. Le composé mi-solide/mi-liquide qui en découle colmate les brèches et épouse les formes irrégulières en cas de compression. Il présente même des propriétés naturelles pour empêcher l'infiltration de l'humidité et de la poussière.

Comme les joints mécaniques en caoutchouc, les gels d'étanchéité TPE pour les ports et boîtiers sont préinstallés en usine, ce qui évite le recours aux outils et aux formations spécialisés. Présentant un modulo ultra-réduit et étant très élastique, le gel s'adapte aux variations de taille des câbles, ainsi qu'aux abrasions ou aux imperfections des boîtiers et des gaines de câble. Ce joint est suffisamment étanche pour éviter le recours à la graisse ou à tout dispositif d'étanchéité secondaire.

Boîtiers CommScope utilisant un joint en caoutchouc



OTE2



OWB-S



Mini-RDT

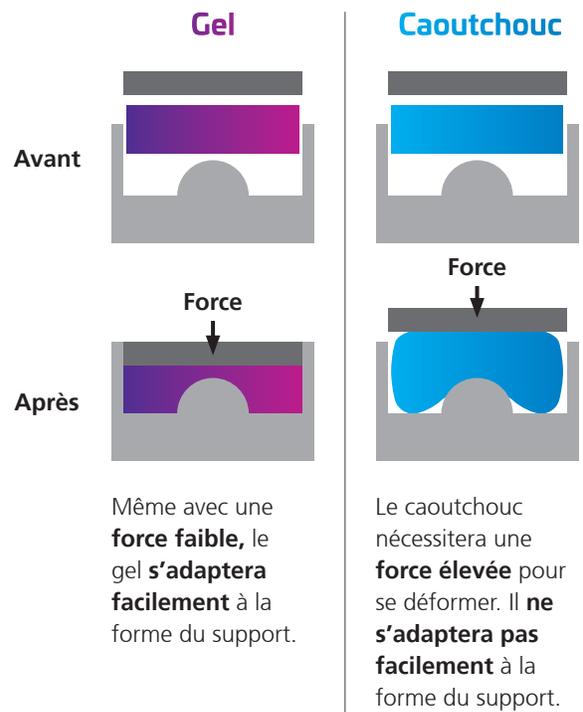
Il est également robuste, ce qui lui confère une résistance à l'abrasion et à l'usure potentielle en cas de réutilisation et de réintroduction. Il offre une protection longue durée et de haute fiabilité aux applications aériennes et souterraines dans les réseaux de transport, de distribution et d'accès.

Gel silicone

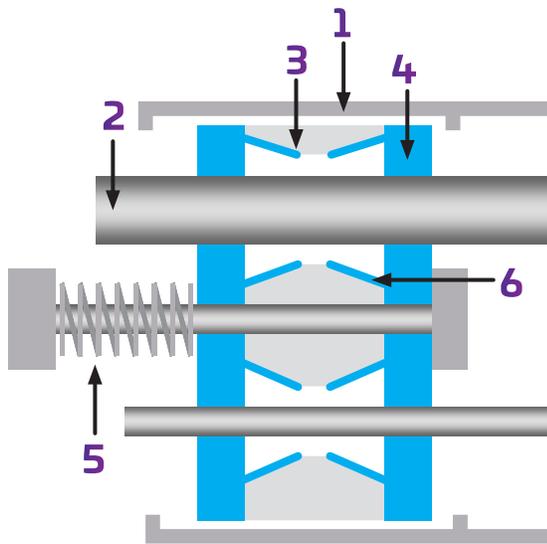
En 2020, les ingénieurs en matériaux de CommScope ont annoncé travailler sur une technologie de gel d'étanchéité de pointe, qui tire parti des propriétés intrinsèques du silicone. Commercialisé sous la marque Octopus Gel, ce composé d'étanchéité est plus adaptable et plus résistant que le gel TPE, permettant ainsi à un seul et même joint de couvrir une plus vaste gamme de diamètres de câbles.

Cette nouvelle technologie répond également à un autre défi auquel sont confrontés les installateurs et les propriétaires de réseaux. Les procédés traditionnels d'étanchéité de caoutchouc et de gel TPE reposent sur les compétences des installateurs en dosage de compression pour la mise en place de l'étanchéité. Ce processus rallonge les délais d'installation/d'entretien. Plus important encore, une certaine expertise s'impose pour obtenir le bon niveau de compression.

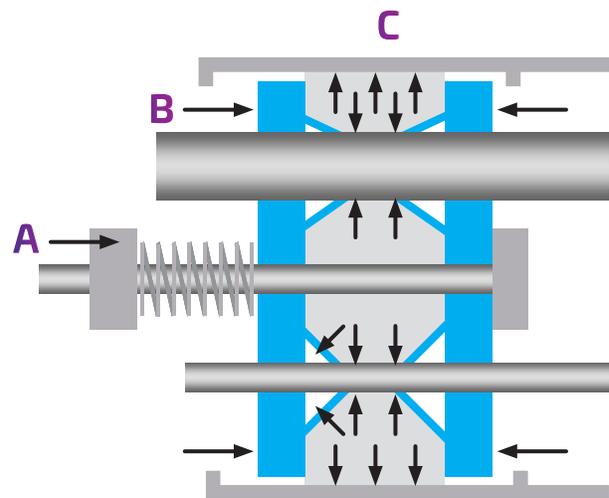
Fonctionnement des gels



Éléments du système d'étanchéité de câble en gel Amorçage du joint de câble



1. Corps de boîtier
2. Câbles
3. Gel (étanche)
4. Éléments à piston (exercice d'une pression sur le gel)
5. Élément à ressort (contrôle/maintien de la pression)
6. Confinement (maintien en place du gel)



- A. Compression du ressort. Les pistons sont ainsi amenés à se rapprocher l'un vers l'autre.
- B. Le gel est pressé contre le corps du boîtier ainsi que contre les câbles de par une pression de contact contrôlée
- C. Dans la foulée, les caractéristiques de confinement du bloc de gel s'adapteront automatiquement au diamètre du câble.

Avec l'Octopus Gel, l'étanchéité s'amorce par simple fermeture du boîtier. CommScope utilise un mécanisme d'auto-contrainte permettant d'établir le niveau approprié de compression, en évitant ainsi les effets négatifs des délais, des variations de température et des variations dimensionnelles. Le comportement hyper-élastique du gel silicone lui permet de se déformer vigoureusement et de reprendre sa forme initiale à la réouverture du boîtier.

On bénéficie ainsi d'un boîtier très fiable, plus facile à installer, réutilisable et dont les ports d'entrée sont toujours utilisables. Il peut être déployé sur tout le réseau de transport/distribution et d'accès, et même s'adapter à une multitude de tailles de câbles et d'épaisseurs de gaine. Sa conception en fait un produit approprié pour les applications aériennes, terrestres et souterraines.

Autre différence majeure entre les joints en caoutchouc, le gel TPE et le nouveau gel silicone : la manière dont les ports de câble inutilisés restent étanches. Les joints en caoutchouc et les gels d'étanchéité TPE utilisent des bouchons en lieu et place des câbles non installés ou retirés. Le joint en silicone Octopus Gel ne nécessite aucun bouchon, car le gel peut sceller les ports vides, et ce, jusqu'à concurrence du diamètre maximal de câble du boîtier avec un unique type de joint.

Appréhender les enjeux

Il est capital de souligner que l'évolution des technologies d'étanchéité, comme indiqué ci-dessus, ne permet pas d'établir de hiérarchie entre les produits en termes de performances. Comme pour quasiment tous les aspects de la conception d'un réseau, il existe un certain nombre d'enjeux, comme le prix, la vitesse de déploiement, les performances, la fiabilité, etc. La sélection des meilleures technologies pour une application particulière nécessite une bonne maîtrise des propriétés

Boîtiers CommScope utilisant le gel d'étanchéité TPE



Boîtiers CommScope utilisant un gel d'étanchéité en silicone



des diverses technologies et exigences d'étanchéité propres à l'application en question. Ces exigences varient en fonction de la localisation du boîtier sur le réseau.

Par exemple, les boîtiers de réseaux de transport et de distribution dans lesquels les fibres sont moins susceptibles d'être impactées après installation, reposent souvent sur la technologie d'étanchéité par gaine thermo rétractable. Bien que la gaine thermo rétractable soit l'une des plus anciennes technologies d'étanchéité, elle demeure également l'une des plus familières pour bon nombre d'installateurs expérimentés en pose artisanale de fibres. Toutefois, dans le réseau d'accès, la variable dominante consiste en général en la réutilisation de boîtier et en la réintroduction de fibre. Cela est d'autant plus vrai que les réseaux s'étendent au plus près des locaux des clients. Au fur et à mesure de l'inscription de nouveaux abonnés et de l'ajout de nouvelles zones de desserte, il se peut que l'on accède à plusieurs reprises à un même boîtier. Dans ce cas, l'adaptabilité réitérable du gel silicone lui confère un avantage sans équivoque.

Faire le bon choix en amont est source de gain de temps et d'argent à terme

Alors que les grands opérateurs traditionnels continuent d'introduire la fibre plus profondément dans leurs réseaux et que de nouveaux acteurs comme les coopératives rurales et les services publics municipaux déploient le haut débit en fibre dans les petites communes, le nombre de connexions par épissures au réseau au-dessus et en dessous du sol devrait grimper en flèche. Au bout de toute connexion en épissure, on trouve des foyers et des entreprises tributaires d'une connexion haut débit. Les opérateurs ne peuvent se permettre de négliger le moindre détail susceptible d'affecter leurs performances ou leur fiabilité.

Les systèmes d'étanchéité utilisés dans les boîtiers de protection d'épissures représentent une part infime des dépenses en immobilisations, mais peuvent avoir un impact considérable sur les dépenses d'exploitation. Nous n'avons jamais eu autant d'options d'étanchéité à disposition, chacune d'elles ayant un rôle crucial à jouer dans la protection de l'ensemble du réseau OSP. CommScope offre sa vaste expérience et son riche portefeuille en matière de solutions et produits pour vous permettre d'obtenir les meilleures performances possibles de vos étanchéité, boîtiers de protection d'épissures, mais surtout, de votre réseau.

ⁱReport Card for America's Infrastructure 2021 ; American Society of Civil Engineers ; 3 mars 2021

ⁱⁱNational Association of Counties, « Understanding the True State of Connectivity in America », février 2020

ⁱⁱⁱ <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>

^{iv}The Cost of Connectivity 2020 ; Open Technology Institute ; 15 juillet 2020

^v Deep Deployment of Fiber Optics is a National Imperative ; Deloitte Consulting ; juillet 2017

CommScope transcende les limites de la technologie des communications grâce à des idées et des découvertes révolutionnaires qui se traduisent par des réalisations humaines avancées. En collaboration avec nos clients et nos partenaires, nous concevons, créons et construisons les réseaux les plus avancés au monde. Nous avons pour passion et pour volonté d'identifier les prochains besoins afin de bâtir de meilleurs lendemains. Pour en savoir plus, consultez le site [commscope.com](https://www.commscope.com)

COMMSCOPE®

[commscope.com](https://www.commscope.com)

Pour plus d'informations, rendez-vous sur notre site Web ou adressez-vous à votre représentant local CommScope.

© 2021 CommScope, Inc. Tous droits réservés.

Sauf indication contraire, toutes les marques suivies de ® ou ™ sont respectivement des marques déposées ou des marques de commerce de CommScope, Inc. Le présent document est uniquement établi à des fins de planification et n'est pas destiné à modifier ni à compléter les spécifications ou garanties relatives aux produits ou services CommScope. CommScope respecte les normes les plus élevées en matière d'intégrité commerciale et de durabilité environnementale et plusieurs de ses sites mondiaux sont certifiés conformes aux normes internationales, dont les normes ISO 9001, TL 9000 et ISO 14001. De plus amples informations concernant l'engagement de CommScope sont consultables sur <https://www.commscope.com/corporate-responsibility-and-sustainability>.

WP-115645-FR (06/21)